

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-184846

(43)Date of publication of application : 16.07.1996

(51)Int.Cl. G02F 1/1343
G02B 5/08
G02F 1/136

(21)Application number : 06-341125

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.12.1994

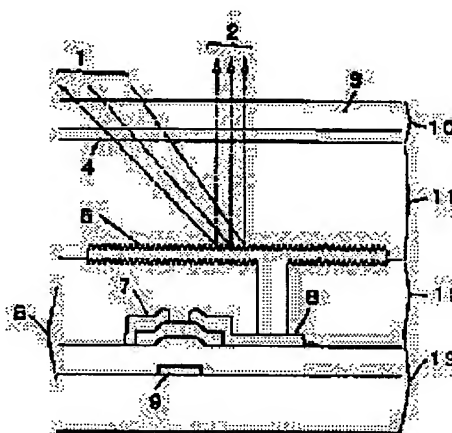
(72)Inventor : KANO HIROSHI
MIZOBATA EIJI

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a rugged pattern structure of a reflecting plate necessary to obtain excellent reflection performance by specifying the half-value width of the distance distribution graph for projections or recesses adjacent to each other of a reflection plate having an irregular rugged structure.

CONSTITUTION: An amorphous silicon thin film transistor 6, gate signal wire 9 and source signal wire 7 are formed on a glass substrate 13. Then an inorg. insulating layer 12 having irregular rugged surface is formed and then a reflecting plate 5 coated with aluminum is formed. The reflecting plate 5 is electrically connected to the drain electrode 8 of the transistor 6 to have a function as a pixel electrode. The reflecting pixel electrode 5 has a desired rugged pattern influenced by the base inorg. insulating layer 12. The half-value width of the distance distribution graph for projections or recesses adjacent to each other of the reflection pixel electrode 5 having the rugged surface is specified to 0.3-0.9 as the normalized value by the average distance of the projections or recesses adjacent to each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.12.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.03.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2912176

[Date of registration] 09.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision] 09-06213

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 17.04.1997

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-184846

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 F 1/1343

G 0 2 B 5/08

B

G 0 2 F 1/136

審査請求 有 請求項の数6 書面 (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平6-341125

(22) 出願日

平成6年(1994)12月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 加納 博司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 溝端 英司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

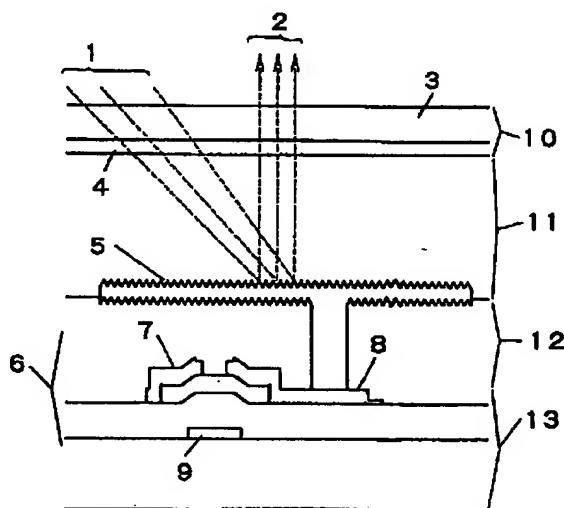
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【構成】 ガラス基板上に位置するゲート電極9、ソース電極7、ドレイン電極8を有するTFT部6と、層間膜12を介して、ドレイン電極8と電気的に接続された、画素電極も兼ねる反射板5がTFT基板と、ガラス基板3、対向電極4を含む対向基板10とこの間に位置する液晶層11からなる反射型液晶表示装置において、外部光1を液晶表示装置内部に位置する反射画素電極板5で反射される反射光2を光源として利用し、そのパネル表示性能として、均一でかつ明るく、反射板表面の色付きがない高品位表示性能を得るために、反射板表面には、最適化された凹凸が設けられている。

【効果】 本発明を適用すれば、使用環境に影響されにくく、或いは、使用環境が設定されている場合は、最も効率的に入射光を反射光に利用できる凹凸反射板が形成でき、これにより、明るく、高品位な反射型液晶表示装置の提供が可能となる。また、本反射板は、液晶表示装置だけではなく、種々の表示装置等に適用できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板が不規則凹凸構造反射板であり、かつ隣接する凸部或いは凹部間の距離分布グラフの半値幅を前記隣接する凸部或いは凹部間の距離の平均値で規格化した値が、0.3から0.9の範囲であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板が不規則凹凸構造反射板であり、かつ隣接する凸部或いは凹部間の平均距離が $1\mu\text{m}$ から $80\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項3】凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板が不規則凹凸構造反射板であり、かつ凸部或いは凹部の高さ分布グラフの半値幅を前記高さの平均値で規格化した値が、0.2から0.9の範囲であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項4】凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板が不規則凹凸構造反射板であり、かつ表面の凹凸の最大高さは、 $0.1\mu\text{m}$ から $5\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項5】凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記反射板が不規則凹凸構造反射板であり、かつ前記反射板画素電極表面内部の前記絶縁性基板水平面に対する傾斜角度0度の領域が、前記画素領域の20%以下であり、前記反射板における画素電極上の全方位において、全表面凹凸平均傾斜角度が $5\sim 10$ 度であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項6】凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、前記請求項1～5に記載の条件を満たす反射板の凸部或いは凹部を1画素内に6個以上有することを特徴とする反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特に反射板に特徴を有する反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】反射型液晶表示装置は、外部から入射した光を液晶表示装置内部に位置する反射板により反射し

2

た光を表示光源として利用することから、光源にバックライトが不要となる。これは、透過型液晶表示装置よりも、低消費電力化、薄型化、軽量化が達成できる有効な手法として考えられている。現在の反射型液晶表示装置の基本構造は、TN（ツイステッドネマティック）方式、STN（スーパーツイステッドネマティック）方式、GH（ゲストホスト）方式、PDL C（高分子分散）方式等を用いた液晶、これをスイッチングするための素子（薄膜トランジスタ、ダイオード）、さらに、これらの内部或いは外部に設けた反射板からなる。

【0003】反射型液晶表示装置の表示性能には、液晶透過状態の場合、明るく且つ、白い表示を呈することが要求される。この表示性能の実現には、反射板の反射性能制御が重要となる。

【0004】現在の反射板は、反射面に対してあらゆる角度からの入射光を目的とする方向（表示方向）に反射させるために、反射板表面は凹凸形状を有する。

【0005】この反射板の表面凹凸形状に関しては、

①凹凸形状のピッチが $1\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ の範囲であり、該凹凸の高さが $0.1\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ の範囲でかつ該凹凸の傾斜角度が基板水平面に対して0度から30度であり、該凹凸の山から山までの間隔は、不規則である（特公昭61-6390号公報）

②凹凸の高さがガウス分布であり、このときの凹凸平均傾斜角度が10度であること（Proceedings of the SID, Vol. 29, 157, 1988）

③反射電極表面は不規則に配列された複数の凸部を有すること（特開平6-75237号公報）

④反射板面は滑らかな凹凸面であり、かつ凹凸平均傾斜角度が $4\sim 15$ 度に限られること（特開平6-175126号公報）

⑤反射板表面は少なくとも2以上で高さを異ならせた凸部を形成すること（特開平6-27481号公報）等が既知である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来反射板の凹凸製造方法には、ダメージフリー及び、大面積基板への均一凹凸形成が可能な有機膜へのフォトリソ工程及びエッチング工程による凹凸形成法が利用されている。ただし、目標反射性能を有する反射板を得るためには、前記反射板表面の凹凸形状の最適設計を行う必要がある。

【0007】前記反射型液晶表示素子の文献には、最適な凹凸形状として、凹凸の平均傾斜角度の指定がある。しかし、実際の反射性能は、前記反射板全表面の凹凸形状内部に平坦な領域が含まれる、また、前記反射板の全表面は、前記文献で指定された傾斜角度以外の様々な傾斜角度を有する凹凸面も存在する。そのため、前記文献

3

中の平均傾斜角度のみの指定では、明るい反射型液晶表示装置を有する反射板を得ることは困難である。

【0008】また、前記文献では、反射板表面は不規則な凹凸で構成されていることとしている。しかし、不規則とすべき具体的な形状指定が不明であること、規則構造からの乱れの規定がないため、最適反射性能を有する反射板表面凹凸構造を規定するには不十分である。

【0009】本発明では、良好な反射性能を得るために必要な反射板の凹凸構造の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、凹凸のある反射板を画素電極として有する絶縁性基板と透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造よりなる反射型液晶表示装置において、散乱性能の優れた反射板を得るために、不規則凹凸構造反射板が以下の①～⑥のいずれかを満たすこと、すなわち、

①隣接する凸部或いは凹部間の距離分布グラフの半値幅を前記隣接する凸部或いは凹部間の距離の平均値で規格化した値が、0.3から0.9の範囲であること

②隣接する凸部或いは凹部間の平均距離が1μmから80μmの範囲であること

③凸部或いは凹部の高さ分布グラフの半値幅を前記高さの平均値で規格化した値が、0.2以上であること

④表面の凹凸の最大高さは、0.1μmから5μmの範囲であること

⑤前記反射板画素電極表面内部の前記絶縁性基板水平面に対する傾斜角度0度の領域が、前記画素領域の20%以下であり、前記反射板における画素電極上の全方位において、全表面凹凸平均傾斜角度が5～10度であること

⑥前記①～⑤に記載の条件を満たす反射板の凸部或いは凹部を1画素内に6個以上有することを特徴としている。

【0011】

【作用】本発明の詳細について以下に説明する。図1に本発明に用いる反射型液晶表示装置の断面図を示す。本発明に従えば、凹凸を有する反射板を画素電極とし、アクティブマトリクス駆動するために該反射画素電極と接続したスイッチング素子を有する絶縁性基板と、対向側に位置した透明電極を有する絶縁性基板で液晶層を挟み込んだ構造の反射型液晶表示装置のスイッチング素子及び反射板を有する前記絶縁基板において、反射板は、スイッチング素子及び配線を有する該基板上部に凹凸が作り込まれた有機系絶縁層が形成され、該凹凸上部を高効率反射層で覆うことにより得られる。この反射板表面の凹凸の存在により、明るいパネル表示性能を得ることができる。

【0012】反射板表面凹凸の傾斜角度を変化させることで、前記反射板の反射性能は変化する。図2(a)に反射板表面の凹凸と反射光の散乱性を表す説明図を示

4

す。反射板表面に凹凸が存在しない鏡面の場合、反射光は、入射光の正反射方向に反射される。凹凸傾斜角度が増加(14→15→16)するに従って、該反射光は広がり、散乱性の増加(17→18→19)を示す。特に、前記凹凸傾斜角度を前記請求項1に記載の5～10度にするすることで、反射型液晶表示装置に適した指向性を有する反射板が得られ、一層の明るい表示性能を得ることができる。

【0013】一方、前記反射板の凹凸構造及び形状を周期構造及び同一形状から乱すことで、前記反射板の反射性能は干渉から非干渉を示す性能に変化する。図2

(b)に反射板表面の凹凸不規則性と反射光の干渉性を現す説明図を示す。反射板表面の凹凸が同一形状で規則的な構造7を有する場合、反射性能は、ピークを有する干渉効果20を示し、凹凸形状及び構造の乱れが増加する(20→21→22)に従って、干渉現象を示すピーク23は減少し、その後、消失25する。以下に反射性能を左右する凹凸傾斜角度と不規則構造の最適条件を説明する。

【0014】前記反射板表面の凹部或いは凸部の隣接する凹部或いは凸部の距離分布を図3に示す。なお、この凹部(或いは凸部)の隣接間距離の平均(PAV)は5～200μmとした。そして、この隣接凹部或いは凸部間距離のパラッキの程度を該分布図の半値幅(RFWHM)26を、該平均距離で規格化した値で表現し、該値を凹部(或いは凸部)位置のパラッキ度合い、すなわちピッチ自由度 R_p (= $RFWHM/PAV$)と定義した。ピッチ自由度を変化させることで、反射板表面凹凸構造が周期構造から乱れた構造の反射性能を図4に示

す。反射性能のピッチ自由度は、 $R_p = (a) 0$ 、
(b) 0.2、(c) 0.3と設定した。周期凹凸構造(a)の場合、干渉を示すピークが現れるが、 R_p の増加に従って、反射性能のピーク値が減少(b)し、干渉現象が消失(c)、その後、視野角度に対して連続的な反射性能が得られた。 $R_p \geq 0.3$ とすることで、干渉現象の有さない反射板が得られる。そして、該反射板を図2に記載した反射型液晶表示装置に応用することで、色付きのない、高品位表示が実現できる。なお、凹部或いは凸部の隣接する凹部或いは凸部の距離分布は、本実施例で示したガウス分布のみに限定されない。

【0015】凹部或いは凸部の隣接する凹部或いは凸部の距離の平均値(PAV)と反射性能の関係を図5に示す。該反射性能は $PAV(\mu m) = (a) 500$ 、
(b) 200、(c) 100、(d) 80とする。なお、 $R_p = 0.6$ 一定とする。前記図5の反射性能は $PAV \leq 80 \mu m$ では、パネル表示性能に大きく寄与する入射角度-40度～+40度の範囲で、反射強度が大きく且つ連続的な反射特性が得られる。しかし、PAVが前記値より $c \rightarrow b \rightarrow a$ と大きくなると反射強度は不連続となり、その平均強度も低下し、暗い表示性能しか得る

ことができない。反射板表面の凸部或いは凹部と、隣接する凸部或いは凹部までの距離は、 $80\mu\text{m}$ 以下とすることで、良好な反射性能を有する反射板が得られる。

【0016】前記反射板表面の凹凸高さ分布図を図6に示す。該高さ分布グラフの半値幅(HFWHM)を凹凸高さの平均値(Hav)で規格化した値を高さ自由度Rh($=\text{HFWHM}/\text{Hav}$)と定義した。Rh=(a)0.3、(b)0.2、(c)0.1、(d)0の反射性能を図7に示す。高さ自由度を0.2以上とすることで、干渉効果が消失し、白色燈下において、色付きのない反射板が得られる。なお、高さ分布は、本実施例で示したガウス分布のみに限定されない。

【0017】図8は、反射板表面の凹凸形状断面図と反射板の平均傾斜角度の説明図である。目標反射性能を得るためには、前記凹凸構造が不規則であることが要求されるため、反射板表面の凹凸は様々な形状となる。反射板凹凸の傾斜角度は、着目する傾斜角度により $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ と異なる値を有する。そのため、本発明における平均傾斜角度Kは、反射画素内部の長さLにおける全ての微小領域面の傾斜角度の自乗平均とする。図8には、凹凸平均傾斜角度が全て同一であるが、反射板である画素内部に含まれる平坦領域の占める割合が(a)0%、(b)30%、(c)45%と異なる場合の凹凸断面図を示す。図9には前記反射板(a)、(b)、(c)に対応する反射性能を示す。同一平均傾斜角度でも、画素電極内部の平坦領域の占める割合が大きい場合、反射性能の正反射成分が非常に大きく、散乱性に欠ける特性となる。該反射板を用いたパネル表示は暗く、そして、写り込みが起こるため、実用化できない。これに対して、前記平坦領域が20%以下では、前記凹凸平均傾斜角度を満たす場合、正反射成分の突出した反射性能になることはない。

【0018】前記平坦領域条件を満たす場合、反射板表面の平均傾斜角度と反射性能の関係を図10に示す。反射型表示装置の表示性能として、新聞紙以上の明るさを有すること、その明るさを有するパネル視野角度は、パネル垂直方向に対して $-20^\circ \sim +20^\circ$ 以上あること、さらに、明るさの均一条件として、該視野角度内での明るさの変化率が50%以内であることが、実用上において必要とされる。前記要求表示条件を満たす反射性能は平均傾斜角度Kを5~10に設定すればよい。この反射板を反射型液晶表示装置に採用することにより、実用上、明るく、みやすい、優れた表示性能が得られる。

【0019】前記条件を満たす凹凸形状を有する凹部(或いは凸部)の個数が、画素電極内部において、(a)4、(b)6、(c)8個の場合の反射性能を図11に示す。凸部(或いは凹部)の個数が増加するに従って、干渉を示すピークが減少し、広い入射角度範囲において連続的かつ、反射強度の大きい反射性能が得られることが分かる。本実施例より、凸部(或いは凹部)

の個数は6個以上とすることで、良好な反射性能を有する反射板が得られる。

【0020】

【実施例】本発明の実施例について以下に説明する。

【0021】(実施例1)本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置は図1と同一構造とした。画素ピッチは $300\mu\text{m}$ である。ガラス基板上部にアモルファスシリコン薄膜トランジスタ(a-SiTFT)6とゲート信号線9とソース信号線7が形成され、その上部に凹凸形状を有する層間絶縁層12を介して、アルミニウム5で覆われた反射板が形成されている。このとき、反射板17はa-SiTFTのドレイン電極8と電気的に接続され、画素電極としての機能も有する。

【0022】液晶層11には、ゲスト・ホスト(GH)方式液晶を採用し、対向基板側には、透明電極及びカラーフィルタ4を有するガラス基板10からなる。

【0023】凹凸形成プロセスは、前記スイッチング素子及び前記配線6が形成された絶縁性基板上部に、有機系絶縁膜11を形成する。本実施例では、該有機絶縁膜として、凹凸形成が可能であり、且つ層間絶縁膜としての性能も十分満足できるポリイミド膜を $2\sim 4\mu\text{m}$ の膜厚で形成した。この時の焼成条件は 200°C 以下で30分間とした。その上部にレジスト層を形成した。そして、隣接する凹部のパターンの中心距離の平均値が $20\mu\text{m}$ 、ピッチ自由度を0.8とした凹部のパターンが光を通過させるクロママスクを用いて、露光した後、現像、パターンニング、有機膜に前記凹凸形成後、レジスト剥離を行う。これにより、凹部のパターンの中心間距離の平均値が $25\mu\text{m}$ で、ピッチ自由度Rpが0.9である凹凸が得られる。凹凸の高さは最高で $2\mu\text{m}$ 、高さ自由度Rhが0.4であり、凹凸平均傾斜角度は8度、傾斜角度0度の領域は、画素領域の6%であった。また、1画素内部には凹凸が約60個存在した。その後、コンタクトホール形成のために、再度レジスト塗布、パターンニングを行い、ドライエッチングによりホール形成を行った。この時のエッチング条件は、エッチングガスに酸素と四弗化炭素を使用し、RF電力は $100\sim 200\text{W}$ 、圧力は $50\sim 100\text{mTorr}$ とした。その後、レジスト剥離後、スパッタによりアルミニウムを $300\sim 500\text{nm}$ 形成し、P.R.とエッチング、レジスト剥離により反射画素電極5の形成を行った。前記反射画素電極は、下地のポリイミドの凹凸形状を反映して所望の凹凸形状が得られた。

【0024】なお、有機系絶縁層の凹凸形成に日本合成ゴム製MFR305或いは東京応化製TMR-P3を用いれば、上記凹凸製造方法に従って、凹凸形成をした後、 170°C 程度で、10分間程度に加熱することで、凹凸は熔融し、さらに凹凸形状を滑らかにすることもできる。

【0025】本実施例で得られた前記請求項1に記載の

条件を満たす反射板の 3 次元表面形状を図 12 に示す。これより、波長依存性がなく、反射板に干渉による色付きのない反射板が得られ、優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を実現できる。

【0026】（実施例 2）本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置は図 1 と同一構造とし、反射板表面の凹凸形成プロセスは前記実施例 1 に記載のものと同一とした。ただし、凹凸形成に用いたマスクパターンの位置及び形状を変化させることで、凹部（或いは凸部）位置のバラツキ度合い、すなわちピッチ自由度 R_p を制御した。そして、該ピッチ自由度 R_p は、前記作用に記載の図 3 に示すガウス分布形状とし、 $R_p = (a) 0$ 、 $(b) 0.2$ 、 $(c) 0.3$ の凹凸を有する反射板からの反射性能を図 4 に示した。 $R_p \geq 0.3$ とすることで、干渉現象の有さない反射板が得られる。そして、色付きのない、高品位表示を有する反射型液晶表示装置が実現できる。なお、凹部或いは凸部の隣接する凹部或いは凸部の距離分布は、本実施例で示したガウス分布のみに限定されない。上記マスクパターン条件を制御することで、台形型分布、長方形分布、正方形分布と自由に設定でき、これらの分布を有する凹凸ピッチの場合においても、同様の効果が得られる。

【0027】（実施例 3）本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置は図 1 と同一構造とし、反射板表面の凹凸形成プロセスは前記実施例 1 に記載のものと同一とした。ただし、凹凸形成に用いたマスクパターンの形状とパターン間距離を変化させることにより、凹部或いは凸部の隣接する凹部或いは凸部の距離の平均値（PAV）を制御した。本実施例では、上記反射板製造方法により該 PAV（ μm ）= $(a) 500$ 、 $(b) 200$ 、 $(c) 100$ 、 $(d) 80$ の凹凸が、反射板表面に得られる。該反射板からの反射性能は、図 5 に示したものと同一である。図 5 の反射性能より、 $PAV \leq 80 \mu m$ では、パネル表示性能に大きく寄与する入射角度 -40° ~ $+40^\circ$ の範囲で、反射強度が大きく且つ連続的な反射特性が得られる。

【0028】本実施例で得られた前記請求項 2 に記載の条件を満たす反射板は、広い入射角度範囲からの入射光に対して、効率的に反射光をパネル前方に導き出すことができることから、明るい表示性能を有し、さらに波長依存性がなく、反射板に干渉による色付きのない優れた表示性能を有する反射型液晶表示装置を実現できる。

【0029】（実施例 4）本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置は図 1 と同一構造とし、反射板表面の凹凸形成プロセスは前記実施例 1 に記載のものと同一とした。ただし、凹凸形成に用いたマスクパターンの形状を変化させ、さらに凹凸形成におけるエッチング条件（時間、回数）を制御することで、凹凸部の高さを制御した。そして、該高さ自由度 R_h は、図 6 に示すガウス分布形状を示し、かつ該グラフの半値幅が異なるように設

定した。

【0030】本実施例では、上記反射板製造方法により該 $R_h = (a) 0.3$ 、 $(b) 0.2$ 、 $(c) 0.1$ 、 $(d) 0$ の凹凸が反射板表面に得られる。該反射板からの反射性能は図 7 に示した性能と同一である。高さ自由度を 0.2 以上とすることで、干渉効果が消失し、白色燈下において、色付きのない反射板が得られる。なお、図 6 に示した高さ分布グラフは、本実施例で示したガウス分布に限定されない。マスクパターンを変えることで、該高さ分布グラフは、台形形状及び長方形形状にでき、これらの該高さ分布グラフの場合においても、上記効果が得られる。

【0031】（実施例 5）本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置は図 1 と同一構造とし、反射板表面の凹凸形成プロセスは前記実施例 1 に記載のものと同一とした。ただし、凹凸形成に用いたマスク内部のパターン位置とエッチング条件を制御することで、前記反射板画素電極表面内部の前記絶縁性基板水平面に対する傾斜角度 0° 領域の占める割合と、画素電極上の全方位における、全表面凹凸平均傾斜角度を制御した。

【0032】前記作用に記載した図 10 には、上記製造方法により得られた異なる凹凸の平均傾斜角度を有する反射板の反射性能を示している。本実施例より平均傾斜角度 K を $5 \sim 10^\circ$ に設定すれば、反射型表示装置の表示性能として、新聞紙以上の明るさを有し、さらに均一な明るさを有する性能が得られる。

【0033】ただし、凹凸平均傾斜角度が全て同一とし、前記反射板画素内部に含まれる平坦領域の占める割合が $(a) 0\%$ 、 $(b) 30\%$ 、 $(c) 45\%$ と異なる場合、前記作用に記載の図 9 に示す異なる反射性能が得られる。本実施例より、画素電極内部の平坦領域の占める割合が、前記平坦領域が 20% 以下とし、かつ、前記凹凸平均傾斜角度を満たすことにより、反射性能の反射率が強く、かつ散乱性の優れた特性を有する反射板が得られる。該反射板を用いたパネル表示は広い視野範囲条件下で明るい、反射型液晶表示装置が得られる。

【0034】（実施例 6）本発明の実施例に用いた反射型液晶表示装置は図 1 と同一構造とし、反射板表面の凹凸形成プロセスは前記実施例 1 に記載のものと同一とした。ただし、凹凸形成に用いたマスク内のパターン数を変化させて、1 画素内に形成する凹凸個数を制御した。その他の凹凸条件は、上記記載の実施例 1 で得られた反射板と同一条件とした。本実施例では、上記反射板製造方法により凹凸形状を有する凹部（或いは凸部）の個数が、画素電極内部において、 $4 \sim 8$ 個、そして、 100 個以上を有する反射板を製造した。そして、凹部（或いは凸部）の個数が、画素電極内部において、 $(a) 4$ 、 $(b) 6$ 、 $(c) 8$ 個とした場合の反射板の性能は前記作用に記載の図 11 に示してある。本実施例より、凸部（或いは凹部）の個数は 6 個以上とすることで、干渉が

なく、広い入射角度範囲において連続的かつ明るい反射性能が得られ、良好な反射性能を有する反射板が得られる。なお、本実施例の凹凸条件以外においても同様な効果が得られる。

【0035】さらに、本発明は反射層に用いる材料として、アルミニウムを用いたが、その他の材料として、銀を用いても同様の効果が得られる。本実施例では、アルミニウム層の膜厚として、 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ としたが、反射板材料の膜厚を $0.1 \mu\text{m}$ 以下に薄くする、或いは酸化原子の混入により、反射率を低減化することにより、

半透過・反射兼用の液晶表示装置にも適用できる。

【0036】また、本実施例1～6では、凹凸製造方法として、フォトリソ法とエッチング法を用いたが、これに限るものではない。その他の製造方法においても、本発明の凹凸条件を満たせば同様の効果が得られ、高品位表示を有する反射型液晶表示装置が実現できる。

【0037】

【発明の効果】本発明を適用すれば、使用環境に影響されにくく、或いは、使用環境が設定されている場合は、最も効率的に入射光を反射光に利用できる凹凸反射板が形成でき、これにより、明るく、高品位な反射型液晶表示装置の提供が可能となる。また、本反射板は、液晶表示装置だけではなく、種々の表示装置等に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】反射型液晶表示装置の断面構造図である。

【図2】反射板表面凹凸傾斜角度及び構造不規則性と反射状態の関係を示した図である。

【図3】隣接する凹部（或いは凸部）間距離分布及び距離自由度を説明する図である。

【図4】周期構造～不規則構造凹凸反射板の反射性能を示す図である。

【図5】反射性能の隣接する凹部（或いは凸部）までの平均距離依存性を示す図である。

【図6】反射板凹凸高さ分布及び高さ自由度を説明する図である。

【図7】反射性能の高さ自由度依存性を示す図である。

【図8】反射板凹凸の平均傾斜角度を説明する図であ

る。

【図9】反射性能の平坦領域占有率依存性を示す図である。

【図10】反射性能の反射板凹凸表面平均傾斜角度を示す図である。

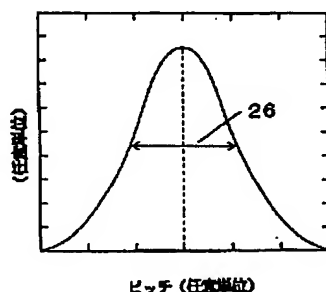
【図11】反射性能の凹部（或いは凸部）数依存性を示す図である。

【図12】反射板表面の三次元構造を示す図である。

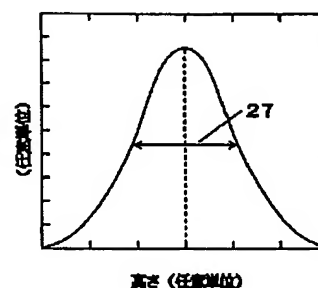
【符号の説明】

- 1 入射光
- 2 反射光
- 3 対向側ガラス基板
- 4 透明基板／カラーフィルタ
- 5 反射画素電極板
- 6 薄膜トランジスタ
- 7 ソース電極
- 8 ドレイン電極
- 9 ゲート電極
- 10 対向側絶縁性基板
- 11 液晶層
- 12 凹凸形成絶縁層
- 13 スイッチング側絶縁性基板
- 14 鏡面状態
- 15 凹凸傾斜角度中状態
- 16 凹凸傾斜角度大状態
- 17 正反射方向反射光
- 18 正反射方向散乱光（散乱中状態）
- 19 正反射方向散乱光（散乱大状態）
- 20 凹凸周期構造
- 21 凹凸不規則構造（中状態）
- 22 凹凸不規則構造（大状態）
- 23 干渉状態反射光
- 24 干渉中状態反射光
- 25 干渉現象消失反射光
- 26 隣接パターン間距離分布半値幅
- 27 凹凸高さ分布半値幅

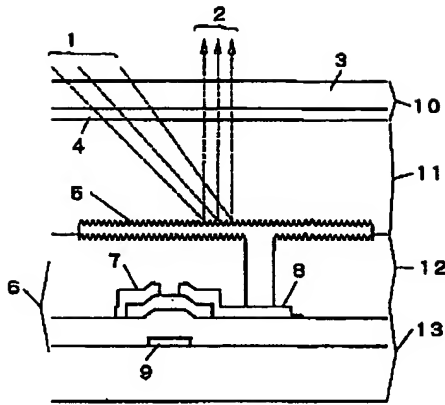
【図3】



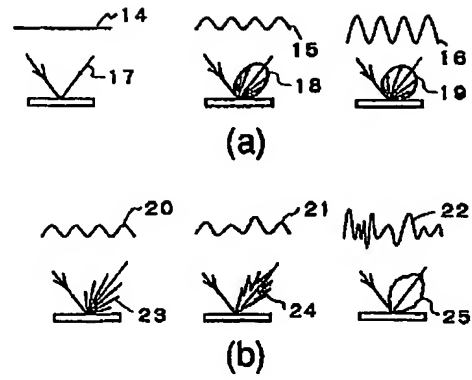
【図6】



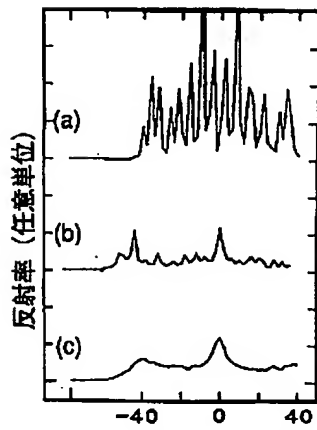
【図1】



【図2】

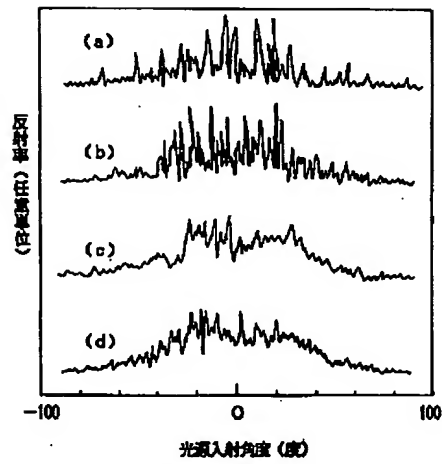


【図4】

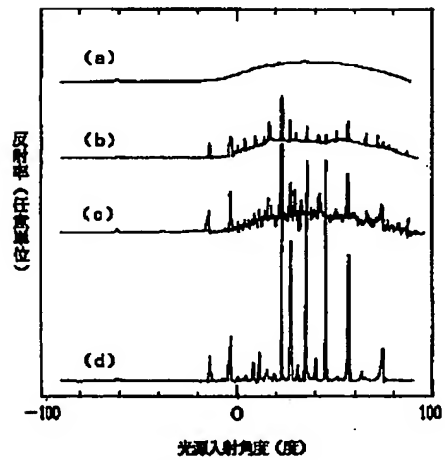


He-Neレーザー光入射角度 θ (度)

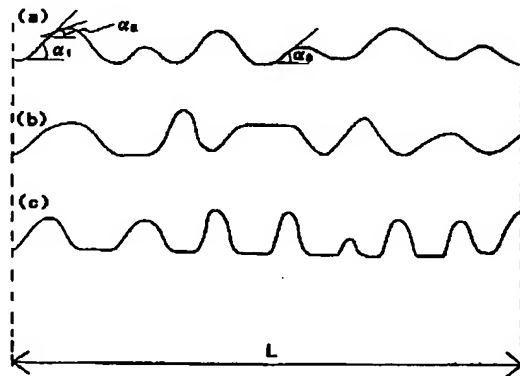
【図5】



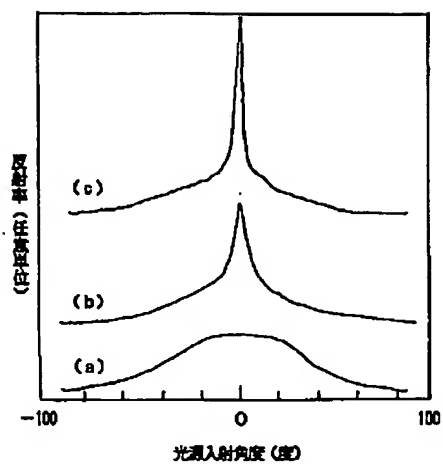
【図7】



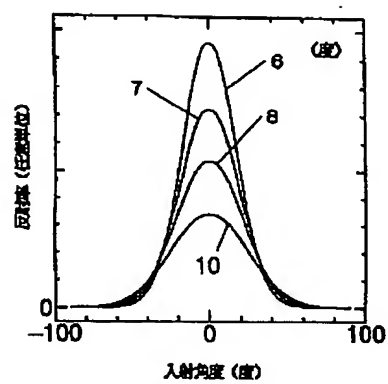
【図8】



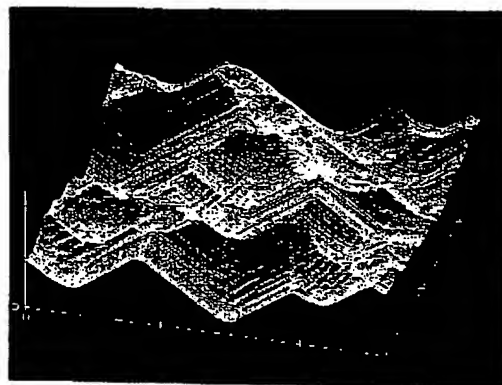
【図9】



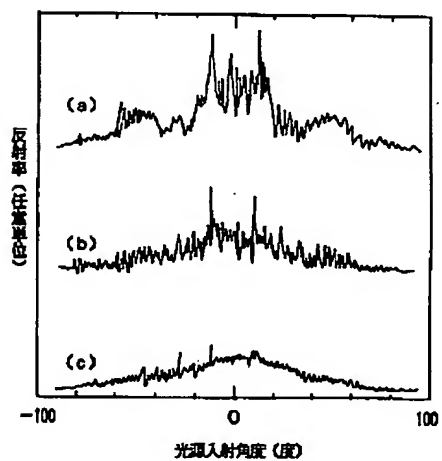
【図10】



【図12】



【図11】



BEST AVAILABLE COPY

目次

x

6.7	ホログラフィによる表示例	168
-----	--------------	-----

7. 3次元ディスプレイの応用と今後

7.1	教育・文化分野への応用	175
7.2	通信・放送分野への応用	177
7.3	産業分野への応用	179
7.4	医療分野への応用	181
7.5	3次元ディスプレイの将来	184

あとがき	195
------	-----

参考文献	197
------	-----

情報を得た学会・研究機関	201
--------------	-----

事項索引

1. 3次元ディスプレイの歴史的背景

1.1 立体表示は遠近法を含めると紀元前から

紀元前4万年前後、スペインからフランスに広がる地域の内でアルタミラやラスコーにある洞窟の動物壁画として現在知られている人類最古の野牛の絵は、写実的であるが、幼児に共通する遠近感の欠如した扁平な描き方に似ているといわれている。また、古代エジプトの墳墓などに残された群像の重なりは、上下遠近法、並列遠近法、あるいは累層遠近法的に描写されているが、やはり立体感を覚えるような描き方ではない。

紀元前400年頃、古代ギリシャでは人間を中心とした世界観が芽生え始め、人間の眼を頂点としてそこで感じられる遠近感を幾何学的に決め、手前を大きく後ろを小さく描く遠近法、または透視図法や陰影画法と呼ばれる描写法によって立体感を意識した絵が描かれ始めた。なお、紀元前280年、ギリシャの数学者ユークリッド(Euclid)は“立体視とは、同一物体の異なる方向から眺めた別々の映像を左右両眼が同時に見ることによって得られる感覚である”と考察している。これは両眼視差(binocular parallax)と現在呼ばれている効果にほかならない。

紀元前後から7世紀頃、この頃に栄えたインド西部のアジャンターの仏教壁画や3世紀から6世紀後半の中国六朝時代の仏教美術などにも、群像を重ねて描く手法が認められる。また、紀元前後から6世紀頃にかけて完成したといわれる山水画は遠くなるほど上に、遠くを奥に、また水平線近くに描く高遠、深遠、平遠の構図による上下遠近法や累層遠近法が確立されていたといわれている。